

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-312925

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/738

G11B 5/66

G11B 5/667

G11B 5/852

H01F 10/16

H01F 10/30

(21)Application number : 2001-113108

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD  
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 11.04.2001

(72)Inventor : SAKAI YASUSHI  
WATANABE SADAYUKI  
ENOMOTO KAZUO  
MITANI SATORU(54) PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND METHOD FOR  
MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a perpendicular magnetic recording medium with low noise by using an antiferromagnetic layer as a domain controlling layer to effectively control the magnetic walls in a soft magnetic backing layer and to provide a method for manufacturing the recording medium suitable for mass production.

SOLUTION: The perpendicular magnetic recording medium is manufactured by successively depositing at least a base layer, orientation controlling layer, domain controlling layer, controlling layer for the exchange coupling magnetic field, soft magnetic backing layer, intermediate layer, magnetic recording layer, protective layer and liquid lubricant layer on a nonmagnetic substrate. As for the soft magnetic backing layer, a soft magnetic layer consisting of a Co- based amorphous alloy is used. The controlling layer for the exchange coupling magnetic field consisting of an alloy containing at least Co and Fe is used to be in contact with the domain controlling layer on the interface and to control the exchange coupling magnetic field. As for the domain controlling layer, an antiferromagnetic layer composed of at least an Ir-containing Mn alloy is used, and the orientation controlling layer consisting of a Cr- containing NiFe alloy is used to control the crystal orientation of the antiferromagnetic layer. The base layer consisting of Ta is used as the lowermost layer to control the micro structure of the orientation controlling layer.

液体潤滑剤層	~10
保護層	~9
磁気記録層	~8
中間層	~7
軟磁性裏打ち層	~6
交換結合磁界制御層	~5
磁区制御層	~4
配向制御層	~3
下地層	~2
非磁性基体	~1

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-312925

(P2002-312925A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 1 1 B	5/738	G 1 1 B	5 D 0 0 6
	5/66		5 D 1 1 2
	5/667		5 E 0 4 9
	5/852		Z
H 0 1 F	10/16	H 0 1 F	10/16

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-113108(P2001-113108)

(22) 出願日 平成13年4月11日 (2001. 4. 11)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 酒井 泰志

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外2名)

最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体及びその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 磁区制御層として反強磁性層を用いて軟磁性裏打ち層磁壁の制御を有効に行なうことにより低ノイズ化された垂直磁気記録媒体および該記録媒体の大量生産に適した製造方法の提供。

【解決手段】 非磁性基体上に少なくとも下地層、配向制御層、磁区制御層、交換結合磁界制御層、軟磁性裏打ち層、中間層、磁気記録層、保護層及び液体潤滑剤層が順次積層されてなる垂直磁気記録媒体であって、軟磁性裏打ち層としてC o系アモルファス合金からなる軟磁性層を用い、磁区制御層と界面で接し交換結合磁界の大きさを調整するために少なくともC oとF eを含む合金からなる交換結合磁界制御層を用い、磁区制御層として少なくともI r含有M n合金からなる反強磁性層を用い、該反強磁性層結晶配向の制御のために下層にC r含有N i F e系合金よりなる配向制御層を用い、該配向制御層微細構造の制御のために最下層にT aよりなる下地層を用いる垂直磁気記録媒体。

液体潤滑剤層	~10
保護層	~9
磁気記録層	~8
中間層	~7
軟磁性裏打ち層	~6
交換結合磁界制御層	~5
磁区制御層	~4
配向制御層	~3
下地層	~2
非磁性基体	~1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非磁性基体上に少なくとも下地層、配向制御層、磁区制御層、交換結合磁界制御層、軟磁性裏打ち層、中間層、磁気記録層、保護層及び液体潤滑剤層が順次積層されてなる垂直磁気記録媒体であって、前記軟磁性裏打ち層として Co 系アモルファス合金からなる軟磁性層を用い、前記磁区制御層と界面で接し交換結合磁界の大きさを調整するために少なくとも Co と Fe を含む合金からなる交換結合磁界制御層を用い、前記磁区制御層として少なくとも Ir を含む Mn 合金からなる反強磁性層を用い、該反強磁性層の結晶配向を制御するために下層に Cr を含む NiFe 系合金よりなる配向制御層を用い、更に該配向制御層の微細構造を制御するために最下層に Ta よりなる下地層を用いることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の垂直磁気記録媒体の製造方法であって、少なくとも前記磁区制御層としての反強磁性層、前記交換結合磁界制御層並びに前記軟磁性層の成膜時に、基板の半径方向に放射状に磁場を印加することを特徴とする垂直磁気記録媒体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は各種磁気記録装置に搭載される垂直磁気記録媒体及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気記録の高密度化を実現する技術として、従来の長手磁気記録方式に代えて、垂直磁気記録方式が注目されつつある。

【0003】 垂直磁気記録媒体は、硬質磁性材料の磁気記録層と、この記録層への記録に用いられる、磁気ヘッドが発生する磁束を集中させる役割を担う軟磁性材料の裏打ち層から構成される。このような構造の垂直磁気記録媒体において問題となるノイズのひとつであるスパイクノイズは、裏打ち層である軟磁性層に形成された磁壁によるものであることが知られている。そのため垂直磁気記録媒体の低ノイズ化のためには、軟磁性裏打ち層の磁壁形成を阻止する必要がある。

【0004】 この軟磁性裏打ち層の磁壁の制御については、例えば特開平 6-180834 号公報や特開平 10-214719 号公報に示されているように、軟磁性裏打ち層の上層や下層に、Co 合金等の強磁性層を形成しこれを所望の方向に磁化させるように着磁する方法や、反強磁性薄膜を形成し交換結合を利用して磁化をピン止めする方法が提案されている。

【0005】 磁区制御層としての反強磁性層を用いて軟磁性裏打ち層との交換結合により磁壁の制御を行なう方法は、交換結合が十分に得られた場合、軟磁性裏打ち層の磁壁形成を阻止することができ、非常に効果的である。しかしながら、十分な交換結合を得るためには、例

えば前出の特開平 10-214719 号公報に示すように、軟磁性裏打ち層の特性を出すためには成膜後の加熱処理が必要であり、この加熱処理は半径方向に磁場を印加しながら長時間行わなければならない処理であるため、大量生産を行なう場合に非常に不利であった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の課題は、磁区制御層としての反強磁性層を使用することにより軟磁性裏打ち層の磁壁の制御を有効に行なうことにより低ノイズ化された垂直磁気記録媒体を提供すること、および該垂直磁気記録媒体の大量生産に適した製造方法を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための本発明の第 1 の態様は、非磁性基体上に少なくとも下地層、配向制御層、磁区制御層、交換結合磁界制御層、軟磁性裏打ち層、中間層、磁気記録層、保護層及び液体潤滑剤層が順次積層されてなる垂直磁気記録媒体であって、前記軟磁性裏打ち層として Co 系アモルファス合金からなる軟磁性層を用い、前記磁区制御層と界面で接し交換結合磁界の大きさを調整するために少なくとも Co と Fe を含む合金からなる交換結合磁界制御層を用い、前記磁区制御層として少なくとも Ir を含む Mn 合金からなる反強磁性層を用い、該反強磁性層の結晶配向を制御するために下層に Cr を含む NiFe 系合金よりなる配向制御層を用い、更に該配向制御層の微細構造を制御するために最下層に Ta よりなる下地層を用いる垂直磁気記録媒体であり、同じく第 2 の態様は、前記垂直磁気記録媒体の製造方法であって、少なくとも前記磁区制御層としての反強磁性層、前記交換結合磁界制御層並びに前記軟磁性層の成膜時に、基板の半径方向に放射状に磁場を印加することによる垂直磁気記録媒体の製造方法である。

## 【0008】

【発明の実施の形態】 垂直磁気記録媒体について鋭意検討した結果、軟磁性裏打ち層として Co 系アモルファス合金からなる軟磁性層を用い、軟磁性裏打ち層と磁区制御層としての反強磁性層との間に交換結合磁界の大きさを調整するために CoFe 系合金からなる交換結合磁界制御層を用い、磁区制御層としての反強磁性層として IrMn 合金を用い、その反強磁性層の結晶配向を制御するために反強磁性層の下層に Cr を含む NiFe 合金よりなる配向制御層を設け、更にその配向制御層の微細構造を制御する目的で配向制御層の下層に下地層を設け、さらに、少なくとも磁区制御層としての反強磁性層、交換結合磁界制御層及び軟磁性層の成膜時に、基板の半径方向に磁場を印加することにより、成膜後に加熱処理等を行なわなくても大きな交換結合が得られ、軟磁性裏打ち層の磁壁の制御を有効に行なえることを見出した。

【0009】 図 1 は本発明の垂直磁気記録媒体の断面模

10

20

30

40

50

式図である。非磁性基体1上に少なくとも下地層2、配向制御層3、磁区制御層4としての反強磁性層、交換結合磁界制御層5、軟磁性層6、中間層7、磁気記録層8及び保護層9が順に形成された構造を有しており、さらにその上に液体潤滑剤層10が形成されてなる形態を示している。

【0010】非磁性基体1としては、通常の磁気記録媒体用に用いられるNiPメッキを施したAl合金や強化ガラス、結晶化ガラス等を用いることができる。下地層2としては、Taにより構成される。膜厚としては特に制限されないが、大量生産に適するためには3nm～50nm程度が望ましい。配向制御層3としては、少なくともCrを含むNiFe合金により構成される。特に膜厚は制限されないが、大量生産に適するためには3nm～50nm程度が望ましい。磁区制御層4としての反強磁性層としては、IrMn合金により構成される。膜厚は特に制限されないが、適度な交換結合が得られ、かつ大量生産に適するためには5nm～50nm程度が望ましい。交換結合磁界制御層5としては、少なくともCoとFeを含む合金により構成される。大きな交換結合磁界を得るためには、このCoFe系合金に非磁性元素を添加しない方がよい。交換結合磁界制御層5起因のノイズを低下させるために、膜厚は出来るだけ薄い方がよく、1nm～10nm程度が好ましい。軟磁性層6としては、Co系アモルファス合金が用いられる。軟磁性層6の膜厚は、記録に使用する磁気ヘッドの構造や特性によって最適値が変化するが、50nm以上300nm以下であることが、生産性との兼ね合いから望ましい。

【0011】中間層7は、磁気記録層8の結晶配向性や結晶粒径を好ましく制御するために用いられる。中間層の材料として用いることのできるものとして、例えばTiやTiCr合金などがあげられる。磁気記録層8は少なくともCoとCrを含む合金の強磁性材料が好適に用いられ、その六方細密充填構造のc軸が膜面に垂直方向に配向していることが垂直磁気記録媒体として用いるために必要である。保護層9は、例えばカーボンを主体とする薄膜が用いられる。また液体循環剤層10は、例えばパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を用いることができる。

【0012】以上説明したとおりの層構成からなる、図1に示した磁気記録媒体の製造にあたっては、少なくとも磁区制御層4としての反強磁性層、交換結合磁界制御層5並びに軟磁性層6を成膜する際には、例えば図2に示すように、基板の半径方向に磁場を印加しながら行う必要がある。これによって、磁区制御層4としての反強磁性層の磁化が基板の半径方向に固定され、続いて積層される交換結合磁界制御層5、軟磁性層6の磁化容易軸も基板半径方向に向くため、効果的な磁壁の制御、すなわち磁壁形成の阻止が可能となる。磁壁の制御の観点からは、印加する磁場の強さに制限はないが、極端に強

い磁場を成膜中に印加するとスパッタリングによる成膜に支障をきたす恐れがあるため、1000e程度以下にすることが望ましい。

#### 【0013】

【実施例】以下に本発明の実施例を記す。

#### 【0014】実施例

非磁性基体として表面が平滑な化学強化ガラス基板（例えばHOYA社製N-5ガラス基板）を用い、これを洗浄後スパッタ装置内に導入し、Taターゲットを用いてTa下地層を5nm成膜し、続いてCrを添加したNiFe系合金ターゲットを用い、NiFeCr合金薄膜を5nm成膜し、IrMn合金ターゲットを用い磁区制御層としての反強磁性層を5nmの厚さで成膜し、引き続いてCoFe合金のターゲットを用い交換結合磁界制御層を2nm成膜後、CoZrNb合金ターゲットを用いて軟磁性層を100nm成膜した。これらの磁区制御層としての反強磁性層、交換結合磁界制御層並びに軟磁性層の成膜時には、前述の同じスパッタ装置内で基板の半径方向に平行に500eの磁場を印加した。後述の交換結合磁界測定用の試料には、この時点でスパッタ装置から取り出した軟磁性裏打ち層までの積層構成体を用いた。その他の試験については液体潤滑剤層まで成膜した垂直磁気記録媒体を用いた。なお残りの層を形成して本発明の垂直磁気記録媒体を作製する場合には、前述の同じスパッタ装置内で引き続いてランプヒータを用いて基板表面温度が250℃になるように加熱を行なった後、Ti中間層を10nm、引き続きCoCrPt磁気記録層を30nm成膜し、最後にカーボン保護層を10nm成膜後、真空装置から取り出した。これらの成膜はすべてArガス圧5mTorr下でDCマグネトロンスパッタリング法により行なった。その後、パーフルオロポリエーテルからなる液体潤滑剤層2nmをディップ法により形成し、垂直磁気記録媒体とした。

#### 【0015】比較例1

下地層、配向制御層並びに交換結合磁界制御層付与による効果を検証するために、上記実施例に示した製造方法において、Ta、NiFeCr並びにCoFe層を付与せずに非磁性基体から軟磁性裏打ち層までの積層構成体を作製した。本比較例では、実施例で述べたように、ここまでの積層構成体により以下に述べる交換結合磁界の大きさを測定し、その他の試験については液体潤滑剤層まで成膜した垂直磁気記録媒体を用いた。なお、垂直磁気記録媒体を作製する場合には、実施例と同様に同じスパッタ装置内で引き続いてTi中間層、磁気記録層、カーボン保護層、および液体潤滑剤層を形成し、垂直磁気記録媒体とした。

#### 【0016】比較例2

下地層並びに交換結合磁界制御層付与による効果を検証するために、上記実施例に示した製造方法において、Ta並びにCoFe層を付与せずに非磁性基体から軟磁性

裏打ち層までの積層構成体を作製した。本比較例では、実施例で述べたように、ここまでの積層構成体により以下に述べる交換結合磁界の大きさを測定し、その他の試験については液体潤滑剤層まで成膜した垂直磁気記録媒体を用いた。なお、垂直磁気記録媒体を作製する場合には、実施例と同様に同じスパッタ装置内で引き続いてTi中間層、磁気記録層、カーボン保護層、および液体潤滑剤層を形成し、垂直磁気記録媒体とした。

#### 【0017】比較例3

交換結合磁界制御層付与による効果を検証するために、上記実施例に示した製造方法において、CoFe層を付与せず非磁性基体から軟磁性裏打ち層までの積層構成体を作製した。本比較例では、実施例で述べたように、ここまでの積層構成体により以下に述べる交換結合磁界の大きさを測定し、その他の試験については液体潤滑剤層まで成膜した垂直磁気記録媒体を用いた。なお、垂直磁気記録媒体を作製する場合には、実施例と同様に同じスパッタ装置内で引き続いてTi中間層、磁気記録層、カーボン保護層、および液体潤滑剤層を形成し、垂直磁気記録媒体とした。

【0018】上記の各実施例および比較例における、中間層、磁気記録層、保護層及び液体循環剤層を形成せずにスパッタ装置から取り出した試料の基板半径方向の磁化曲線を振動試料型磁力計にて測定し、交換結合磁界を測定した。また完成した垂直磁気記録媒体の軟磁性裏打ち層に形成される磁壁の有無を確認するために、スピンスタードテスターを用いて、信号が書き込まれていない状態での出力波形の平均値に対する変動の割合(COV)を測定することにより、スパイクノイズの有無を調べた。

【0019】図3には、層構成を変えた時の交換結合磁界の値を示した。比較例1に示した媒体層構成(Ta, NiFeCr, CoFe層なし)の場合には、交換結合磁界は全く得られない。配向制御層を付与した比較例2の媒体層構成(Ta, CoFe層なし)にすることにより交換結合磁界が出現し、80e程度の交換結合磁界が得られる。配向制御層の微細構造を制御するために下地層を用いた比較例3(CoFe層なし)に示す媒体層構成にすることにより、更に大きな150e程度の交換結合磁界に得ることが出来る。

【0020】交換結合磁界制御層を付与した本発明による層構成にすることにより、交換結合磁界は急激に増加し、320eの大きな値が得られた。

【0021】図4にスパイクノイズの存在を示す指標となるCOV値を各層構成に対して示す。参考として、図3に示した各層構成における交換結合磁界の強さも同じグラフに示した。交換結合磁界が0の場合には、スパイクノイズによりCOV値は大きな値を示すが、交換結合磁界が大きくなるに従いCOVは減少し、交換結合磁界が100e以上では、軟磁性裏打ち層がない媒体(スパ

イクノイズなし)とほぼ同等の値に示している。このように、本発明による垂直磁気記録媒体を用いることにより、スパイクノイズを完全に抑制することが出来る。

【0022】図5には、磁区制御層としての反強磁性層及び軟磁性層の成膜時に、磁場印加を行なった垂直磁気記録媒体並びに行なわずに成膜した垂直磁気記録媒体のスピンスタードテスターによる1周分の出力波形を示す。磁場中成膜を行なうことにより、交換結合磁界の方向を半径方向に揃えた垂直磁気記録媒体においては全くスパイクノイズは発生していないが、磁場印加を行なわずに成膜を行なった垂直磁気記録媒体においては、全周に渡り不均一にスパイクノイズが発生していることが分かる。これは、交換結合磁界による一方向異方性の向きがそろっていないために、境界において磁壁が発生し、これがスパイクノイズとして観測されているためである。このように、スパイクノイズをなくすためには、磁区制御層としての反強磁性層、交換結合磁界制御層及び軟磁性層を成膜する際に、基板の半径方向に放射状に磁場を印加する必要がある。

#### 【0023】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、軟磁性裏打ち層としてCo系アモルファス合金からなる軟磁性層を用い、磁区制御層としてのIrMn系合金反強磁性層の結晶配向性を向上させるためにNiFeCr系合金配向制御層を用い、更に配向制御層の微細構造を制御するためにTaよりなる下地層を用い、軟磁性裏打ち層と磁区制御層としての反強磁性層との間に交換結合磁界の大きさを調整するためにCoFe系合金からなる交換結合磁界制御層を用いることにより、軟磁性層の磁化を磁区制御層としての反強磁性層との交換結合によりピン止めし、ノイズ源となる軟磁性層の磁壁形成の抑止を行なうことができる。本発明の磁区制御層としての反強磁性層を使用する場合、反強磁性層、交換結合磁界制御層並びに軟磁性裏打ち層の成膜時に基板に磁場を印加するという非常に単純な製造方法により、必要とされる均一で高い交換結合が得られるため、大量生産にも非常に適したものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気記録媒体の構成を示す断面模式図である。

【図2】本発明の実施例を説明するためのもので、基板の半径方向に磁場を印加している様子を示す模式図である。

【図3】本発明の実施例を説明するためのもので、実施例において作製した非磁性基体から軟磁性裏打ち層までの層構成体の層構成を変えた時の交換結合磁界の値の変化を示したグラフである。

【図4】本発明の実施例を説明するためのもので、実施例において作製した垂直磁気記録媒体の層構成を変えた時のCOVと交換結合磁界の値の変化を示したグラフで

ある。

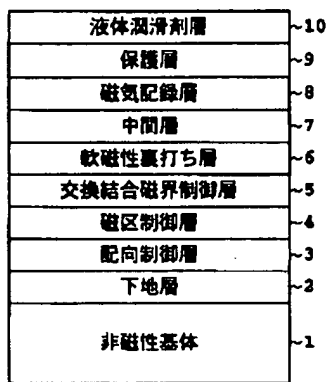
【図5】本発明の実施例を説明するためのもので、磁区制御層としての反強磁性層及び軟磁性層の成膜時に、磁場印加を行なった垂直磁気記録媒体並びに行なわずに成膜した垂直磁気記録媒体のスピンスタンドテストによる1周分の出力波形を示した図である。

【符号の説明】

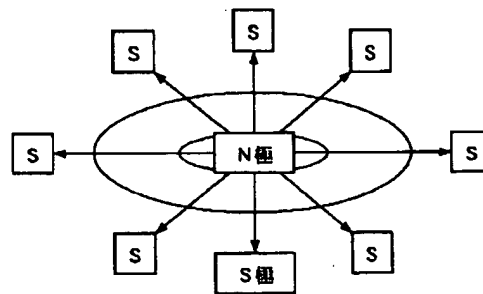
- 1 非磁性基体  
2 下地層

- 3 配向制御層  
4 磁区制御層  
5 交換結合磁界制御層  
6 軟磁性裏打ち層  
7 中間層  
8 磁気記録層  
9 保護層  
10 液体潤滑剤層

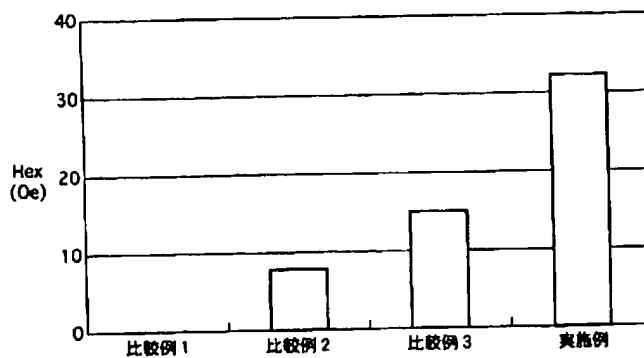
【図1】



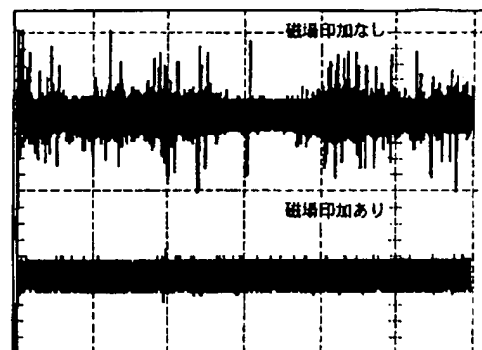
【図2】



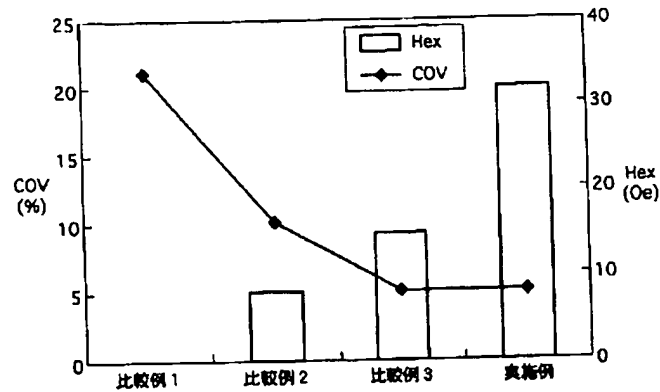
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H01F 10/30

識別記号

F I

H01F 10/30

テーマコード(参考)

(72)発明者 渡辺 貞幸

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)発明者 榎本 一雄

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)発明者 三谷 寛

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

Fターム(参考) 5D006 BB02 CA01 CA03 CA04 CA06

DA08 EA03 EA05 FA09

5D112 AA03 AA04 AA24 BD03 BD04

BD08 DD01 DD08

5E049 AA01 AA04 AA07 AA09 AC05

BA06 GC01